

## Anordnung zur Überwachung elektrischer Einrichtungen auf Störlichtbögen

- Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Überwachung elektrischer Einrichtungen auf das Entstehen von Störlichtbögen. Sie dient der Detektion eines beim Betrieb einer elektrischen Einrichtung gegebenenfalls entstehenden Lichtbogens, mit dem Ziel aus dem detektierten Signal ein Warnsignal oder ein zur Unterbrechung eines betroffenen Stromkreises geeignetes Steuersignal ableiten zu können.
- Beim Betrieb elektrischer Einrichtungen kann es insbesondere an Leitungen, Kabeln und/oder Steckvorrichtungen bzw. Kontaktstellen, über welche Geräte, Baugruppen oder Schaltungsteile miteinander verbunden sind, zur Ausbildung von Lichtbögen kommen. Häufig entstehen Lichtbögen auch bei Schaltvorgängen. Die Lichtbögen können, dem Schaltungsverlauf folgend, seriell innerhalb eines Stromkreises und/oder aber auch, sozusagen parallel, zwischen benachbart angeordneten Stromkreisen entstehen. Auch Überschläge und Durchschläge zwischen bzw. an elektrischen Leitern und metallischen Gehäuseteilen sind möglich. Ursachen für das Entstehen von Lichtbögen sind beispielsweise Scheuer- oder Knickstellen an den Leitern, ebenso aber Quetschungen oder Kabelbrüche. Auch durch Vibrationen beim Betrieb der Einrichtungen oder durch Beschädigungen von Isolationen können Lichtbögen entstehen. Nicht zuletzt kann eine unsachgemäße Verlegung der Leiter ursächlich sein. Lichtbögen verursachen Störungen benachbarter elektrischer Geräte und Einrichtungen, können aber auch Ursache für eine Zerstörung betroffener Schaltungsteile oder von Bränden sein, die zu hohen Sachschäden oder gar zur Gefährdung von Menschen führen.
- Zwar kann dem Entstehen von Lichtbögen durch konstruktive Maßnahmen vorgebeugt werden. Jedoch lässt sich ihr Auftreten letztlich nicht vollständig ausschließen. Daher ist es in sensiblen Bereichen, wie beispielsweise dem Fahrzeug-, Flugzeug- oder Schiffbau erforderlich, Lösungen zu finden, mit denen das

- 2 -

Entstehen eines Lichtbogens erkannt wird, um geeignete Maßnahmen zur Verhinderung größerer Schäden treffen zu können.

Aus der EP 0 575 932 A1 ist eine Einrichtung zur Erkennung von Störlichtbögen bekannt, bei welcher das von einem Lichtbogen verursachte Magnetfeld mittels  
5 eines Hallelements erkannt und im Falle der Detektion eines Lichtbogens ein Schaltgerät zur Unterbrechung des betroffenen Stromkreises angesteuert wird. Entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung der beschriebenen Lösung ist zusätzlich die Erkennung eines Lichtbogens durch eine Detektion des von ihm ausgehenden Lichtes vorgesehen. Dabei wird zur Überwachung mehrerer  
10 parallel geführter Stromschienen vorgeschlagen, um diese in einer Schleife einen Lichtwellenleiter herumzulegen und das in diesen beim Auftreten eines Lichtbogens radial von außen eingetragene und daher einer nicht unerheblichen Dämpfung unterworfenen Licht auf einen optischen Empfänger zu führen. Allerdings können, bezogen auf die Verwendung des Lichtleiters, mit dieser  
15 Lösung Lichtbögen nur selektiv an und im Umkreis einzelner, möglicherweise besonders gefährdeter Positionen unterstützend auch auf optischem Wege erkannt werden.

Die JP 06222097 A offenbart eine ausschließlich auf optischer Basis arbeitende Lösung zur Erkennung von Lichtbögen. Hierzu wird vorgeschlagen, entlang zu  
20 überwachender Leitungen oder Kabel einen parallel angeordneten Lichtwellenleiter vorzusehen. Über den Lichtwellenleiter wird Licht zwischen einem Licht emittierenden Sender und einem optischen Empfänger übertragen. Im Falle eines Lichtbogens soll der Lichtwellenleiter in Folge der dabei auftretenden hohen Temperatur zerschmelzen, so dass die dann eintretende Unterbrechung der  
25 Verbindung zwischen dem Lichtsender und dem Empfänger an letzterem ausgewertet werden kann. Nachteilig ist dabei, dass der Lichtwellenleiter in Einzelfällen möglicherweise bei einem Lichtbogen doch nicht unterbrochen wird. Dies könnte eintreten, wenn beispielsweise ein Lichtbogen an der der mit dem Lichtwellenleiter in Kontakt gebrachten Seite des elektrischen Leiters abge-  
30 wandten Seite entsteht, wenn sich also beispielsweise ein Lichtbogen, anders als angenommen, nicht zwischen zwei parallelen Leitern, sondern zwischen einem der Leiter und einem die Leiter umgebenden Gehäuse ausbildet. Um dies sicher

- 3 -

auszuschließen, müsste eine Mehrzahl von beide elektrischen Leiter umgebenden Lichtwellenleitern vorgesehen werden, was einen beträchtlichen Aufwand bedeutet.

Die in der DE 295 13 343 U1 dargestellte Lösung, welche ebenfalls auf der  
5 Verwendung eines Lichtwellenleiters basiert, kommt, anders als die zuvor dargestellte Lösung, ohne einen Licht emittierenden Sender aus. Hier erfolgt eine unmittelbare Auswertung des bei einem Lichtbogen in den Lichtwellenleiter eingekoppelten Lichtes. Dazu sind um eine zu überwachende Leitung oder ein  
10 Kabel ein oder mehrere Lichtwellenleiter wendelförmig herum geführt. Um eine räumlich allumfassende Überwachung des betreffenden elektrischen Leiters zu gewährleisten, ist vorzugsweise eine größere Zahl von Lichtwellenleitern erforderlich, die in hinreichend engen Wendeln um den elektrischen Leiter anzuordnen sind. Da das Licht eines Lichtbogens radial von außen in den oder die Lichtwellenleiter eingetragen wird, gilt es zudem zu beachten, dass herkömmliche  
15 Lichtwellenleiter so beschaffen sind, dass ein Lichtein- und -austritt über ihre Mantelflächen nahezu unterbleibt. Die insoweit vorhandene Dämpfung des beim Entstehen eines Lichtbogens von außen eingetragenen Lichtes kann sich gegebenenfalls nachteilig auf die Zuverlässigkeit des Erkennens eventueller Lichtbögen auswirken bzw. die Bildung eines sehr engmaschigen Netzes aus um  
20 den elektrischen Leiter angeordneten Lichtwellenleitern erfordern. Gleiches gilt für die in der DE 35 34 176 A1 beschriebene Lösung und ähnliche Anmerkungen lassen sich ebenfalls zu den durch die JP 12276955 A oder die EP 359 985 A2 dargestellten Lösungen geben. Die letztgenannte Druckschrift betrifft ein elektrisches Kabel, von dessen Mantel gemeinsam mit den elektrischen Adern ein  
25 dazu parallel geführter Lichtwellenleiter aufgenommen wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, das Auftreten eines Lichtbogens in elektrischen Einrichtungen, nämlich an deren Leitungen, Kabeln und/oder Kontaktstellen zuverlässig zu erkennen. Insbesondere soll dabei eine umfassende, bezogen auf  
30 die überwachte Komponente, räumlich allseitige Überwachung gewährleistet sein, in deren Ergebnis im Falle des Auftretens eines Lichtbogens geeignete Maßnahmen abgeleitet werden können.

- 4 -

Die Aufgabe wird durch eine Anordnung mit den Merkmalen des Hauptanspruchs gelöst. Vorteilhafte Aus- bzw. Weiterbildungen sind durch die Unteransprüche gegeben.

Die vorgeschlagene Anordnung zur Überwachung elektrischer Einrichtungen auf  
5 das Entstehen von Störlichtbögen besteht aus mindestens einem als ein- oder mehradrige Leitung oder als Kabel ausgebildeten elektrischen Leiter, welcher Geräte, Baugruppen oder Schaltungsteile der elektrischen Einrichtung miteinander verbindet, aus Mitteln, welche das bei der Ausbildung eines Lichtbogens entstehende Licht auf einen optisch/elektrischen Wandler führen, sowie einer mit  
10 dem Wandler elektrisch verbundenen Überwachungs- und Auswerteeinheit. Bei den Mitteln, welche das von einem etwaigen Lichtbogen ausgehende Licht auf den optisch/elektrischen Wandler führen, handelt es sich um mindestens einen Lichtwellenleiter. In erfindungswesentlicher Weise umhüllt der Lichtwellenleiter eine oder mehrere Adern des vorgenannten elektrischen Leiters und bildet dabei  
15 gleichzeitig die elektrische Isolation einer Leitung oder den Mantel eines Kabels aus. Das heißt der Lichtwellenleiter ist unmittelbarer Bestandteil eines überwachten elektrischen Leiters und dient daneben gleichzeitig zu seiner elektrischen Isolation. Daher wird nachfolgend im Zusammenhang mit der Erfindung nachfolgend auch von einem Kombinationsleiter gesprochen. Zu  
20 möglichen, für diesen Zweck geeigneten Materialien, bei denen es sich vorzugsweise um transparente Kunststoffe handelt, die einerseits über gute optische Eigenschaften verfügen und andererseits als flexibler elektrischer Isolator verwendbar sind, sollen später noch einige Ausführungen erfolgen.

Insbesondere dann, wenn der gesamte elektrische Leiter von dem  
25 Lichtwellenleiter umhüllt ist, er also nahezu ganzvolumig vom Lichtwellenleiter umgeben ist und nicht nur abschnittsweise auf Lichtbögen überwacht wird, ergibt sich der Vorteil, das die Umhüllung des Leiters mit dem Lichtwellenleiter - und damit seine elektrische Isolation – bei der Fertigung in an sich bekannter Weise in einem Extrusionsverfahren erfolgen kann. Wie bereits dargelegt, handelt es  
30 sich bei dem vom Lichtwellenleiter umhüllten elektrischen Leiter um eine Leitung oder ein Kabel zur Verbindung von Komponenten einer in der beschriebenen Weise überwachten elektrischen Einrichtung. Je nach Konstellation und den

- 5 -

Erfordernissen soll dabei im Sinne der Erfindung unter einer elektrischen Einrichtung beispielsweise eine über entsprechende, mit einem Lichtwellenleiter umhüllte Leitungen bzw. Kabel verbundene Gruppe von elektrischen Geräten, ein einzelnes elektrisches Gerät oder eine spezielle Baugruppe eines Gerätes  
5 verstanden werden.

Entsprechend ihrer grundsätzlichen Ausbildung spricht die Anordnung auf einen Lichtbogen an, welcher von dem durch den Lichtwellenleiter umhüllten elektrischen Leiter selbst ausgeht. Das Licht des Lichtbogens wird dabei anders, als aus dem Stand der Technik bekannt, nicht radial von außen, sondern unmittelbar  
10 im Inneren des Lichtwellenleiters in diesen eingekoppelt. Die Anordnung kann aber auch, wie in einem Ausführungsbeispiel noch zu zeigen sein wird, so ausgeführt sein, dass sie auf einen Lichtbogen anspricht, welcher an einer als Klemm- oder Steckverbindung ausgebildeten Kontaktstelle des elektrischen Leiters mit anderen Einheiten der elektrischen Einrichtung entsteht. Hierzu wird  
15 der den elektrischen Leiter umhüllende Lichtwellenleiter in die Kontaktstelle hineingeführt. Das vom Lichtbogen ausgehende Licht wird in diesem Falle axial in die Stirnfläche des Lichtwellenleiters eingekoppelt. Im Sinne des weiter oben erläuterten Verständnisses von elektrischen Einrichtungen kommt eine solche axiale Einkopplung über die Stirnfläche dabei auch in Betracht, wenn ein in erfindungsgemäßer Weise ausgebildetes Kabel in das Innere eines überwachten  
20 Gerätes hineingeführt ist und irgendwo in dem Gerät ein Lichtbogen entsteht. Handelt es sich um ein kleineres Gerät (kleines Volumen), kann eine solche Konfiguration bereits zur Überwachung des gesamten Gerätes hinreichend sein. Sofern es sich jedoch um ein größeres Gerät handelt, können aber selbstverständlich auch im Gerät selbst weitere elektrische Leiter vorgesehen sein, die  
25 von einem auf einen Wandler geführten Lichtwellenleiter umhüllt sind.

Für die Auslegung der Überwachungs- und Auswerteeinheit sind, je nach Einsatzzweck und Gefährdungsgrad einer elektrischen Einrichtung durch Lichtbögen bzw. den bei ihrem Entstehen zu erwartenden Folgen unterschiedliche  
30 Konstellationen denkbar. Dabei kann es im Einzelfall ausreichend sein, die Entstehung eines Lichtbogens durch ein geeignetes optisches oder akustisches Wamsignal zu signalisieren. Vorzugsweise verfügt die erfindungsgemäße Anord-

- 6 -

nung jedoch über Mittel zur Unterbrechung des Stromes durch die von einem Lichtbogen betroffenen Schaltungsteile der elektrischen Einrichtung, wobei die genannten Mittel durch die Überwachungs- und Auswerteeinheit im Falle der Detektion eines Lichtbogens betätigt bzw. aktiviert werden. Bei den Mitteln zur Unterbrechung eines betroffenen Stromkreises kann es sich beispielsweise um

5 Relais oder Halbleiterschalter bzw. Leistungshalbleiter handeln.

Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit bzw. Stabilität ist von der Erfindung auch eine Anordnung umfasst, bei welcher der den elektrischen Leiter umhüllende Lichtwellenleiter, vorzugsweise zur Unterdrückung der Fremdlichteinwirkung und/oder

10 zur Erhöhung der Durchschlagfestigkeit, von einem zusätzlichen elektrisch isolierenden und lichtundurchlässigen Mantel umhüllt ist. Um außerdem mögliche optische Verluste zu reduzieren, wie sie beispielsweise aufgrund von Leitungskrümmungen auftreten können, ist es dabei vorteilhaft, den zusätzlichen äußeren Mantel auf seiner, dem Lichtwellenleiter zugewandten Innenseite optisch

15 reflektierend auszubilden bzw., ihn zu verspiegeln. Dies kann dadurch geschehen, dass auf seiner Innenseite eine lichtreflektierende Folie angeordnet wird. Eine zusätzliche Maßnahme zur Unterdrückung der Fremdlichteinwirkung besteht darin, das Licht in den optisch/elektrischen Wandler über ein entsprechende Wellenlängen des Lichts (Tageslicht und/oder Raumbeleuchtung)

20 sperrendes bzw. nur für Wellenlängen, welche für Lichtbögen typisch sind, durchlässiges Filter einzukoppeln. Dabei kann das Filter am Wandler angeordnet oder dessen integraler Bestandteil sein.

Der von dem Lichtwellenleiter umhüllte elektrische Leiter kann, abgesehen von der Zahl elektrisch leitender Adern unterschiedlich ausgebildet sein. So kann es

25 sich beispielsweise, zum Schutz gegen elektromagnetische Störeinflüsse auch um eine verdrehte Zweidrahtleitung handeln. Auch eine geschirmte Leitung kann entsprechend der Erfindung von einem als Lichtwellenleiter ausgebildeten Mantel umgeben sein. Sofern es sich bei der elektrischen Leitung um Litze handelt, hat es sich, da ein solcher elektrischer Leiter eine vergleichsweise unebene

30 Oberfläche besitzt, als vorteilhaft erwiesen, auf diesen eine vorzugsweise, aber nicht zwingend lichtreflektierende Ausgleichsschicht aufzubringen, um so eine ebene Oberfläche zu erhalten, welche dann mit dem Lichtwellenleiter umgeben

- 7 -

- wird, wobei dies beispielsweise durch ein Schlauchverfahren, also durch Überziehen des elektrischen Leiters mit einem, eine entsprechende Schicht ausbildenden Schlauch geschehen kann. Nicht nur bei der Verwendung von Litze für den elektrischen Leiter, sondern grundsätzlich, ist es auch denkbar, eine
- 5 zähflüssige oder gelartige Schicht einzubringen, um im Falle des Durchschlags der Isolation oder des Mantels durch einen Lichtbogen einen Selbsttheileffekt oder eine Selbstlöscheigenschaft zu erzielen. Schließlich ist es, unter Beibehaltung des erfinderischen Grundprinzips, auch möglich, den Kombinationsleiter als eine
- 10 Anordnung mit mehreren durch Zwischenlagen getrennten optischen Lagen bzw. Schichten auszuführen.
- Grundsätzlich kann es sich bei einer gemäß der Erfindung ausgebildeten Leitung bzw. dem Kombinationsleiter um eine, entsprechend dem Einsatz, in ihrer Länge zuschneidbare Leitung handeln, die gegebenenfalls auch erst bei ihrer
- 15 Verbauung an den optisch/elektrischen Wandler anzukoppeln ist. Es ist aber ebenso denkbar, dass es sich bei dem Kombinationsleiter um eine vorkonfektionierte Leitung handelt, die dann vorzugsweise bereits mit dem Wandler in Verbindung gebracht ist. Im erstgenannten Fall ist der Wandler im Hinblick auf seinen konstruktiven Aufbau vorteilhafter Weise so zu gestalten, dass er von einem Anwender, also etwa einem Gerätehersteller, möglichst
- 20 einfach an den der Überwachung dienenden Lichtwellenleiter angekoppelt werden kann. Der Lichtwellenleiter, welcher, dem erfindungsgemäßen Grundgedanken folgend, gleichzeitig als Isolator oder Mantel fungiert, kann beispielsweise aus einem Polymer bestehen. Als geeignete Materialien haben sich dabei insbesondere Polymethylmethacrylat (PMMA) und dessen
- 25 Modifikationen (z. B: quervernetzt und fluoridiert), Polymethylpenten (PMP), gegebenenfalls in Kombination mit seinen Copolymeren, oder Polycarbonat (PC) erwiesen. Polycarbonat zeichnet sich dabei zum Beispiel durch eine hohe Flexibilität und eine besonders gute Temperaturbeständigkeit aus. Zudem ist es schlagzäh und, im Falle von einem Lichtbogen hervorgerufener Flammenbildung,
- 30 selbstverlöschend. Polymethylpenten besitzt ebenfalls eine gute Flexibilität und ist ebenso für den Einsatz bei hohen Temperaturen geeignet. Zudem ist es sehr gut elektrisch isolierend. Alle vorgenannten Polymere zeichnen sich durch eine

- 8 -

gute Transparenz, also einen hohen Transmissionsgrad aus. Weiterhin kommen Silicon-Elastomere oder fluoridierte Polymere als Materialien für den Lichtwellenleiter in Betracht.

Auch für den optisch/elektrischen Wandler sind unterschiedlichste Ausbildungsformen denkbar. Unter dem Gesichtspunkt einer einfachen und guten Ankopplung an den Lichtwellenleiter ist der Wandler entsprechend einer vorgesehenen Ausbildungsform der Erfindung in Form einer auf ein axiales Ende des Lichtwellenleiters aufsteckbaren Kappe oder einer aufschiebbaren Scheibe ausgebildet, wobei die Kappe oder Scheibe gegebenenfalls nach dem Aufsetzen von dem elektrischen Leiter durchragt wird. Denkbar ist aber auch eine auf ein axiales Ende des Lichtwellenleiters aufschraubbare Ausführungsform, wobei hierzu gegebenenfalls am Lichtwellenleiter eine Ferule vorzusehen ist. Im Sinne der Erfindung ist es selbstverständlich, beispielsweise bei entsprechender Länge des zu überwachenden Leiters respektive des Lichtwellenleiters, auch denkbar, beide Enden des Lichtwellenleiters mit einem optisch/elektrischen Wandler in Verbindung zu bringen. Allerdings kommt dies natürlich bei einer hinsichtlich der Länge zuschneidbaren Kombination aus elektrischem Leiter und Lichtwellenleiter nicht in Betracht. Sofern eine solche Kombination bereits bei der Fertigung an einem axialen Ende des Lichtwellenleiters mit einem Wandler oder einer Ferule versehen wird, kann insoweit auch hier von einer vorkonfektionierten Leitung gesprochen werden. Bei einer weiteren vorteilhaften Möglichkeit zur Verbindung des Lichtwellenleiters mit dem optisch/elektrischen Wandler ist es vorgesehen, dass der Wandler, vorzugsweise an einem axialen Ende des Lichtwellenleiters, in den Lichtwellenleiter eingeschmolzen ist. Im Hinblick auf die voranschreitende Entwicklung bei der Polymerelektronik ist es dabei denkbar, dass auch der Wandler aus einem Polymer besteht.

Entsprechend den, bezogen auf die Anzahl der Adern des elektrischen Leiters, möglichen unterschiedlichen Ausführungsformen von Leitungen und der Konfiguration der zu überwachenden Einrichtung sind auch Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Anordnung möglich, bei denen mehrere Lichtwellenleiter auf einen optisch/elektrischen Wandler geführt sind. In diesen Fällen kann es sich



gegebenenfalls bei dem optisch/elektrischen Wandler um eine CCD-Zeile, eine CCD-Matrix oder um ein CMOS-Array handeln.

5 Sofern es sich bei der aus elektrischem Leiter und Lichtwellenleiter gebildeten Kombination um eine vorkonfektionierte Leitung fester Länge handelt, bei welcher nur ein axiales Ende des Lichtwellenleiters zur Verbindung mit einem optisch/elektrischen Wandler vorgesehen ist, während das andere Ende (nicht jedoch das Ende des vom Lichtwellenleiter umhüllten elektrischen Leiters) nach dem Einbau in die zu überwachende Einrichtung offen bleibt, ist das freie Ende, entsprechend einer vorteilhaften Weiterbildung, verspiegelt. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass etwa das Licht in der Nähe dieses Endes entstehender Lichtbögen den Lichtwellenleiter nicht verlässt, sondern durch den Wandler zuverlässig empfangen wird und somit zur Auswertung zur Verfügung steht. Gegebenenfalls kann eine Verspiegelung bei einer längenmäßig zuschneidbaren Leitung, auch durch Abschluss des offenen Endes mit einer reflektierenden

10 Kappe realisiert sein. Die letztgenannte Variante eröffnet die Möglichkeit, in eine solche Kappe einen optischen Sender zu integrieren, mittels welchem beim Einschalten der überwachten elektrischen Einrichtung oder zeitlich gesteuert von der Überwachungs- und Auswerteeinheit ein Selbsttest der Anordnung durchgeführt werden kann. In Auswertung eines von dem optischen Sender ausgesandten Lichtimpulses kann dabei überprüft werden, ob der Lichtwellenleiter unterbrochen oder beschädigt ist.

15

20

Entsprechend einer anderen praxisrelevanten Ausgestaltung der Erfindung sind in Lichtwellenleiter mit großer Leitungslänge, wie sie etwa bei der Überwachung elektrischer Verbindungen in Schiffen erforderlich sind, abschnittsweise Lichtverstärker eingeordnet.

25

Ausdrücklich soll die Erfindung auch solche Anordnungen umfassen, bei denen der den elektrischen Leiter umhüllende Lichtwellenleiter sowohl der Einkopplung des Lichtes eines etwaigen Lichtbogens als auch zur Übertragung sonstiger Nutzsignale innerhalb der überwachten elektrischen Einrichtung dient. Unter Umständen sind dabei, dem Fachmann geläufige Maßnahmen zur Trennung bzw. Unterscheidung eines übertragenen Nutzsignals vom Licht eines Lichtbogens zu treffen, also gegebenenfalls Lichtweichen oder Filter vorzusehen oder

30

- 10 -

das Nutzsignal in einer hierfür geeigneten Weise zu modulieren. Sowohl ein im Falle einer Nutzung des Lichtwellenleiters für Nutzsignale vorhandenes lichtemittierendes Bauelement, als auch der optisch/elektrische Wandler können dabei so ausgebildet sein, dass sie mittels Schlitz-/Klemm-Technik zur Ein- und Auskopplung von Licht von außen an den Wellenleiter angekoppelt werden. Dabei drücken sie sich durch eine krallenartige Ausbildung mit hervorstehenden optisch aktiven Elementen in den Wellenleiter ein. Gegebenenfalls erfolgt dabei sowohl die optische Kopplung mit dem Lichtwellenleiter, als auch die Kontaktierung des elektrischen Leiters unter Nutzung der Schlitz-/Klemm-Technik.

Im Falle dessen, dass der Lichtwellenleiter der erfindungsgemäßen Anordnung neben der Detektion von Störlichtbögen auch zur optischen Übertragung von Nutzsignalen verwendet wird, kann die Unterscheidung zwischen durch Störlichtbögen hervorgerufenen Lichtsignalen und optischen Nutzsignalen mittels in der Überwachungs- und Auswerteeinheit hinterlegter Referenzkurven erfolgen. Dabei sind vorzugsweise Referenzkurven für unterschiedliche Typen von Störlichtbögen in der entsprechenden Einheit hinterlegt.

Die Signalübertragung zwischen dem optisch/elektrischen Wandler und der Überwachungs- und Auswerteeinheit kann selbstverständlich ebenfalls über einen durch einen Lichtwellenleiter umhüllten elektrischen Leiter erfolgen, wobei der Lichtwellenleiter gegebenenfalls, der vorhergehenden Überlegung folgend, auch zur Übertragung von Nutzsignalen dient. Denkbar ist es aber ebenso, die Signalübertragung zwischen dem Wandler und der Überwachungs- und Auswerteeinheit unter Nutzung der so genannten „Power-Line-Technik“ zu realisieren, bei welcher die Signalübertragung über Energieversorgungsleitungen der überwachten Einrichtung erfolgt.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels nochmals näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

30

Fig. 1: Eine grundsätzliche Ausführungsform der Erfindung mit einer längenmäßig zuschneidbaren Leitung.

- 11 -

Fig. 2: Die in Fig. 1 dargestellte Erfindung unter Verwendung einer vorkonfektionierten Leitung fester Länge.

Fig. 3: Eine Ausbildung der erfindungsgemäßen Anordnung zur Überwachung des inneren einer Steckvorrichtung.

5 Fig. 4: Eine Ausbildungsform mit einem aufsteckbaren optisch/elektrischen Wandler.

Durch die Fig. 1 wird die erfindungsgemäße Anordnung in einer symbolischen Darstellung wiedergegeben. Die Anordnung umfasst einen Lichtwellenleiter 2,  
10 einen optisch/elektrischen Wandler 3 und eine Überwachungs- und Auswerteeinheit 4 zur Auswertung der Signale des vorgenannten Wandlers 3. Unmittelbarer Bestandteil der Anordnung ist weiterhin ein elektrischer Leiter 1, welcher hier nicht dargestellte Schaltungsteile, Baugruppen oder –geräte einer elektrischen Einrichtung verbindet und, dem Grundgedanken der Erfindung  
15 entsprechend, über nahezu seine gesamte Länge von dem Lichtwellenleiter 2 umhüllt ist. Der elektrische Leiter 1 bildet dabei quasi einen nicht optischen Kern des Lichtwellenleiters 2 aus. In dem Beispiel nach Fig. 1 handelt es sich um eine längenmäßig zuschneidbare elektrische Leitung, die mittels der anderen Anordnungsteile auf Lichtbögen überwacht und deren Isolation vom Lichtwellenleiter 2  
20 ausgebildet wird. Im Falle des Auftretens eines von dem elektrischen Leiter 1 ausgehenden Lichtbogens wird das dabei entstehende Licht unmittelbar im Inneren des Lichtwellenleiters 2 in den Lichtwellenleiter 2 eingekoppelt. Durch den Lichtwellenleiter 2 wird das Licht dem optisch/elektrischen Wandler 3 zugeführt, dessen Signale von der Überwachungs- und Auswerteeinheit 4  
25 verarbeitet werden. Je nach Ausbildung der Auswerte- und Überwachungseinheit 4 kann durch diese, im Falle des Auftretens eines Lichtbogens, ein Warnsignal aktiviert oder eine ein geeignetes Schaltelement umfassende Schaltungseinheit angesteuert werden, welche den von dem Lichtbogen betroffenen Schaltungsabschnitt unterbricht. Die zur geeigneten Auswertung des  
30 Detektorsignals erforderlichen Elemente und Schaltungseinheiten sind dem Fachmann bekannt und sollen hier nicht Gegenstand näherer Erläuterungen sein.

- 12 -

Die Abschaltung eines von einem Lichtbogen betroffenen Leitungskreises kann beispielsweise mittels eines entsprechend angesteuerten Relais geschehen.

5 Sofern der optisch/elektrische Wandler 3 eine entsprechende Fläche besitzt, ist es, abweichend von der durch die Fig. 1 gegebenen Darstellung, auch möglich, dass auf diesen mehrere, jeweils als Mantel von elektrischen Leitern dienende Lichtwellenleiter 2 geführt sind. Bei komplizierten Konstellationen ist auch die Verwendung einer CCD-Zeile oder -matrix für den optisch/elektrischen Wandler 3 denkbar.

10 Die Fig. 2 stellt eine geringfügig modifizierte Variante der Anordnung nach der Fig. 1 dar. Anders als in der Fig. 1, handelt es sich hier bei der durch den elektrischen Leiter 1 und den ihn umhüllenden Lichtwellenleiter 2 ausgebildeten Leitung um eine vorkonfektionierte Leitung mit fester Länge. Um den elektrischen Leiter 1 an den dafür vorgesehenen Stellen anklemmen bzw. kontaktieren zu  
15 können, sind dessen Enden radial aus dem zur Überwachung dienenden Lichtwellenleiter 2 herausgeführt. Als besonders vorteilhaft ist es anzusehen, dass ein solcher mit einem Lichtwellenleiter 2 versehener elektrischer Leiter 1, unabhängig davon, ob er hinsichtlich seiner Länge variabel oder festgelegt ist, bei der Herstellung in einem einzigen Extrusionsschritt gleichzeitig mit einer elektrischen Isolation und dem zu seiner späteren Überwachung dienenden Lichtwellenleiter 2 umhüllt werden kann. Abhängig vom Einsatzfall kann es gegebenenfalls zweckmäßig sein, einen solchermaßen ausgebildeten Kombinationsleiter aus Stabilitätsgründen oder zur Verringerung von Fremdlichteinflüssen noch mit einem zusätzlichen lichtundurchlässigen Mantel 7 zu versehen. Zur  
20 weiteren Anpassung können noch ergänzende Maßnahmen oder besondere Ausbildungen des optisch/elektrischen Wandlers 3 erforderlich sein. So kann es erforderlich bzw. zweckmäßig sein den optisch/elektrischen Wandler 3 zur Unterdrückung des Einflusses des Umgebungslichtes mit entsprechenden Filterelementen zu koppeln. Eine weitere, die Leitung betreffende Maßnahme besteht in der eventuellen Verspiegelung eines gegebenenfalls freien axialen  
25 Endes des Lichtwellenleiters 2. Dies kann im Hinblick auf eine zuverlässige Auswertung des in den Lichtwellenleiter 2 von einem Lichtbogen eingetragenen

- 13 -

Lichtes vorteilhaft sein. Schließlich kann bei größeren Leitungslängen, beispielsweise im Schiffsbau, die Zwischenschaltung von Lichtverstärkern in den Lichtwellenleiter 2 erforderlich sein.

Die Fig. 3 zeigt, dass die in der beschriebenen Weise aufgebaute Leitung,  
5 bestehend aus elektrischem Leiter 1 und Lichtwellenleiter 2, dem grundsätzlichen Gedanken der Erfindung folgend, auch zur Überwachung von Kontaktstellen, wie beispielsweise des Inneren von Steckverbindungen 5 einsetzbar ist. Dazu wird die Leitung einschließlich des ihn umgebenden Lichtwellenleiters 2 unmittelbar bis in die entsprechende zur überwachende Kontaktstelle hineingeführt. In  
10 diesem Falle wird das von einem eventuellen Lichtbogen ausgehende Licht axial über die Stirnfläche 6 des Lichtwellenleiters 2 eingekoppelt und dem optisch/elektrischen Wandler 3 zugeführt. Die sonstige Wirkungsweise ist die gleiche wie bereits zur Fig. 1 beschrieben. Im Hinblick darauf, dass die Erfindung auch für eine Überwachung komplexerer elektrischer oder elektronischer  
15 Einrichtungen bestimmt ist, kann es sich bei der in der Fig. 3 mit dem Bezugszeichen 5 gekennzeichneten Einheit gegebenenfalls auch um ein komplettes Gerät mit vorzugsweise kleinen Abmaßen handeln, in dessen Gehäuse der erfindungsgemäße Kombinationsleiter zur Detektion eventuell auftretender Störlichtbögen hineingeführt und dort beispielsweise über eine  
20 Klemmverbindung oder eine ähnliche Verbindung mit dem Gerät verbunden ist. Neben den, bei der Erläuterung der Fig. 1 und Fig. 2 bereits dargestellten Maßnahmen zur Anpassung der Anordnung an den jeweiligen Einsatzfall kann außerdem der optisch/elektrische Wandler 3 in unterschiedlicher Weise ausgebildet sein. Entsprechend einer vorteilhaften, durch die Fig. 4 dargestellten  
25 Ausführungsform kann der Wandler 3 als eine auf den Lichtwellenleiter 2 aufsteckbare Kappe ausgebildet sein. Dabei wird der kappenförmige Wandler 3 in dem dargestellten Beispiel von dem elektrischen Leiter 1 durchragt. Zur weiteren Verringerung des Einflusses des Umgebungslichtes und/oder zur Erhöhung der Durchschlagfestigkeit ist die aus dem elektrischen Leiter 1 und  
30 dem Lichtwellenleiter 2 bestehende Leitung im Beispiel von einem zusätzlichen isolierenden und lichtundurchlässigen Mantel 7 umhüllt.

- 14 -

Für die erfindungsgemäße Anordnung bzw. den Kombinationsleiter sind die unterschiedlichsten Einsatzgebiete denkbar. Neben der Überwachung stationärer Geräte kommt dabei insbesondere auch ein Einsatz zum Erkennen von Drahtbrüchen oder sich andeutenden Drahtbrüchen von sich in Bewegung  
5 befindlichen elektrischen Ansteuer- und Versorgungsleitungen – beispielsweise im Automobilbau oder in der Robotertechnik – in Betracht. Auch im Zusammenhang mit der Verwendung der Brennstoffzellentechnik in Hybridfahrzeugen ist ihr Einsatz denkbar. Ebenso erscheint der Einsatz bei Photovoltaikanlagen, bei denen ein eventuell auftretender Lichtbogen durch ihre  
10 Stromquellencharakteristik gegebenenfalls bis zum Dunkelwerden, respektive bis zum Einsetzen der Nacht brennen würde, sinnvoll.

#### Liste der verwendeten Bezugszeichen

15

- |      |   |
|------|---|
| 1    | Elektrischer Leiter                     |
| 2    | Lichtwellenleiter                       |
| 3    | (Optisch/elektrischer) Wandler          |
| 4    | Überwachungs- und Auswerteeinheit       |
| 20 5 | Klemm- oder Steckverbindung, ggf. Gerät |
| 6    | Stirnfläche des Lichtwellenleiters      |
| 7    | Isolierender Mantel                     |

## Patentansprüche

1. Anordnung zur Überwachung elektrischer Einrichtungen auf das Entstehen  
5 von Störlichtbögen, bestehend aus mindestens einem als ein- oder mehr-  
adrigte Leitung oder als Kabel ausgebildeten elektrischen Leiter (1), welcher  
Geräte, Baugruppen oder Schaltungsteile der elektrischen Einrichtung  
miteinander verbindet, Mitteln welche das bei der Ausbildung eines  
10 Lichtbogens entstehende Licht vom Ort seiner Entstehung auf einen  
optisch/elektrischen Wandler (3) führen und einer mit dem Wandler (3)  
elektrisch verbundenen Überwachungs- und Auswerteeinheit (4) zur  
Auswertung der Signale des Wandlers (3), dadurch gekennzeichnet, dass  
es sich bei den Mitteln, welche das bei der Ausbildung des Lichtbogens  
15 entstehende Licht auf den optisch/elektrischen Wandler (3) führen um  
mindestens einen Lichtwellenleiter (2) handelt, der eine oder mehrere  
Adern des elektrischen Leiters (1) umhüllt und dabei gleichzeitig die  
elektrische Isolation einer Leitung oder den Mantel eines Kabels ausbildet.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung  
20 auf einen Lichtbogen anspricht, welcher von dem elektrischen Leiter (1)  
ausgeht, wobei das vom Lichtbogen ausgehende Licht unmittelbar im  
Inneren des Lichtwellenleiters (2) in den Lichtwellenleiter (2) eingekoppelt  
wird.
- 25 3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die  
Anordnung auf einen Lichtbogen anspricht, welcher an einer als Klemm-  
oder Steckverbindung (5) ausgebildeten Kontaktstelle des elektrischen  
Leiters (1) mit anderen Einheiten der elektrischen Einrichtung entsteht,  
wobei der Lichtwellenleiter (2) in die Kontaktstelle hineingeführt ist und das  
30 vom Lichtbogen ausgehende Licht axial in eine Stirnfläche (6) des Licht-  
wellenleiters (2) eingekoppelt wird.

- 16 -

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass diese Mittel zur Unterbrechung des Stromes durch die von einem Lichtbogen betroffenen Schaltungsteile der elektrischen Einrichtung umfasst, welche durch die Überwachungs- und Auswerteeinheit (4) aufgrund der Detektion des Lichtbogens betätigt bzw. aktiviert werden.  
5
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der eine oder mehrere Adern des elektrischen Leiters (1) umhüllende Lichtwellenleiter (2) von einem zusätzlichen elektrisch isolierenden und lichtundurchlässigen Mantel (7) umhüllt ist.  
10
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenfläche des zusätzlichen äußeren Mantels (7) optisch reflektierend ausgebildet ist, wobei dazu vorzugsweise eine lichtreflektierende Folie auf seiner Innenseite angeordnet ist.  
15
7. Anordnung nach Anspruch 1 oder 5 mit einem auf der Außenfläche unebenen elektrischen Leiter (1), dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Leiter (1) zum Erhalt einer ebenen Oberfläche mit einer zwischen ihm und dem Lichtwellenleiter (2) eingeordneten, vorzugsweise lichtreflektierenden Ausgleichsschicht versehen ist.  
20
8. Anordnung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der als Draht oder Kabel ausgebildete elektrische Leiter (1) von mehreren durch Zwischenschichten getrennten Lichtwellenleitern (2) umhüllt ist.  
25
9. Anordnung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der durch die Umhüllung des elektrischen Leiters (1) mit dem Lichtwellenleiter (2) gebildete Kombinationsleiter als eine längenmäßig zuschneidbare Leitung ausgebildet ist.  
30



- 17 -

10. Anordnung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der gleichzeitig als Isolation oder Mantel fungierende Lichtwellenleiter (2) aus einem Polymer besteht.
- 5 11. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtwellenleiter (2) aus Polymethylmethacrylat besteht.
12. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtwellenleiter (2) aus Polymethylpenten besteht.
- 10 13. Anordnung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtwellenleiter (2) aus Polycarbonat besteht.
14. Anordnung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass am  
15 oder im optisch/elektrischen Wandler (3) Filter zur Unterdrückung der Fremdlichteinwirkung angeordnet sind.
15. Anordnung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der optisch/elektrische Wandler (3) in Form einer auf ein axiales Ende des  
20 Lichtwellenleiters (2) aufsteckbare Kappe oder als eine aufschiebbare Scheibe ausgebildet ist, wobei die Kappe oder die Scheibe von dem elektrischen Leiter (1) durchragt wird.
16. Anordnung nach Anspruch 1 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der  
25 optisch/elektrische Wandler (3) auf ein axiales Ende des Lichtwellenleiters (2) aufschraubbar ist.
17. Anordnung nach Anspruch 1 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der optisch/elektrische Wandler (3) in den Lichtwellenleiter (2) eingeschmolzen  
30 ist.

- 18 -

18. Anordnung nach Anspruch 10 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass der optisch/elektrische Wandler aus einem Polymer besteht.
19. Anordnung nach Anspruch 1 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die  
5 Lichtwellenleiter (2) mehrerer elektrischer Leiter (1) auf einen optisch/elektrischen Wandler (3) geführt sind.
20. Anordnung nach Anspruch 1 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass der  
10 optisch/elektrische Wandler (3) als eine CCD-Zeile, eine CCD-Matrix oder ein CMOS-Array ausgebildet ist.
21. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein nicht durch einen optisch/elektrischen Wandler (3) abgeschlossenes axiales Ende eines Lichtwellenleiters (2) verspiegelt oder mit einer  
15 reflektierenden Kappe versehen ist.
22. Anordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass in der reflektierenden Kappe ein optischer Sender zur Durchführung eines Selbsttests der Anordnung angeordnet ist, wobei die Kappe einen halbdurchlässigen  
20 Spiegel ausgebildet, der für das von dem in der Kappe angeordneten optischen Sender ausgehende Licht durchlässig ist.
23. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Lichtwellenleiter (2) mit großer Leitungslänge abschnittsweise  
25 Lichtverstärker eingeordnet sind.
24. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der den elektrischen Leiter (1) umhüllende Lichtwellenleiter (2) sowohl der Einkopplung des Lichtes eines etwaigen Lichtbogens als auch zur  
30 Übertragung sonstiger Nutzsignale innerhalb der überwachten elektrischen Einrichtung dient.

- 19 -

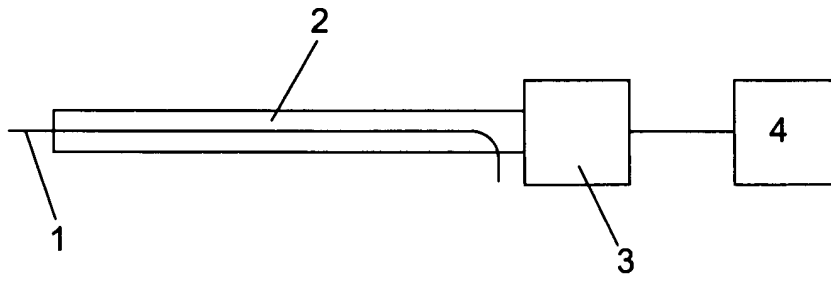
25. Anordnung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterscheidung zwischen durch Störlichtbögen hervorgerufenen Lichtsignalen und den optischen Nutzsignalen mit Hilfe in der Überwachungs- und Auswerteeinheit (4) für unterschiedliche Typen von Störlichtbögen hinterlegter Referenzkurven erfolgt.  
5
26. Anordnung nach Anspruch 1 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass der optisch/elektrische Wandler (3) und, im Falle einer Nutzung des Lichtwellenleiters (2) zur Übertragung von Nutzsignalen vorhandene lichtemittierende Bauelemente mittels Schlitz-/Klemm-Technik zur Ein- und Auskopplung von Licht von außen an den Wellenleiter (2) angekoppelt werden, wobei sie sich durch eine krallenartige Ausbildung mit hervorstehenden optisch aktiven Elementen in den Wellenleiter (2) eindrücken.  
10
27. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Informationsaustausch zwischen dem optisch/elektrischen Wandler (3) und der Überwachungs- und Auswerteeinheit (4) über einen von einem Lichtwellenleiter (2) umhüllten elektrischen Leiter (1) erfolgt.  
15
28. Anordnung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass der Informationsaustausch zwischen dem optisch/elektrischen Wandler (3) und der Überwachungs- und Auswerteeinheit (4) über eine gleichzeitig der Energieversorgung der überwachten elektrischen Einrichtung dienende Energieleitung erfolgt.  
20
- 25

## Zusammenfassung

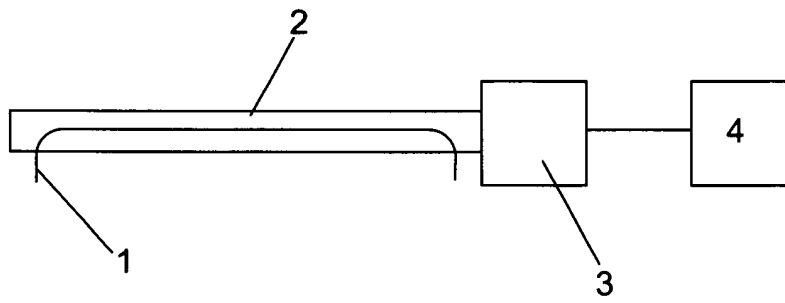
Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Überwachung elektrischer  
5 Einrichtungen auf das Entstehen von Störlichtbögen. Aufgabe ist es, das  
Auftreten eines Lichtbogens an Leitungen, Kabeln und/oder Kontaktstellen bzw.  
in Geräten noch zuverlässiger zu erkennen, als das mit den bisher bekannten  
Lösungen möglich ist.

Die vorgeschlagene Anordnung besteht aus mindestens einem elektrischen  
10 Leiter, welcher Geräte, Baugruppen oder Schaltungsteile der elektrischen  
Einrichtung miteinander verbindet, mindestens einem Lichtwellenleiter, welcher  
das bei der Ausbildung eines Lichtbogens entstehende Licht auf einen  
optisch/elektrischen Wandler führt, sowie einer mit dem Wandler elektrisch  
verbundenen Überwachungs- und Auswerteeinheit. Der Lichtwellenleiter umhüllt  
15 eine oder mehrere Adern des vorgenannten elektrischen Leiters und bildet dabei  
gleichzeitig die elektrische Isolation einer Leitung oder den Mantel eines Kabels  
aus.

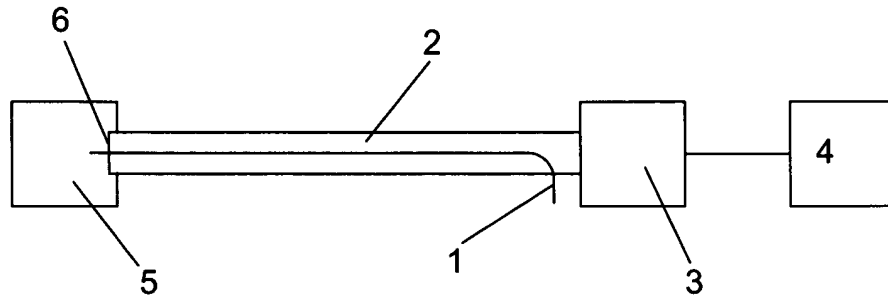
1/2



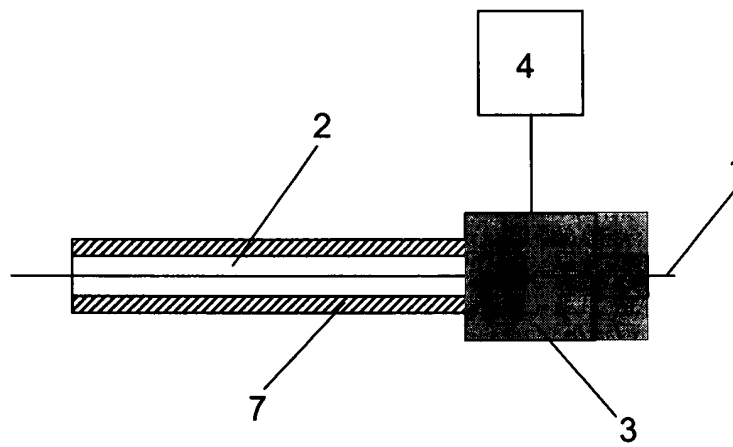
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**